

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/02719 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 61/16, 61/18 (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02043 (72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum: 30. Juni 2000 (30.06.2000) (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): LANDER, Hans [DE/DE]; Talstr. 44, D-74385 Pleidelsheim (DE). HEIN-BUCH, Petra [DE/DE]; Dobelstrasse 4, D-70184 Stuttgart (DE). SCHATZ, Frank [DE/DE]; Tellstrasse 29, D-70806 Kornwestheim (DE). GLOCK, Armin [DE/DE]; Lortzingstrasse 40, D-73660 Urbach (DE). SCHULMEISTER, Ulrich [DE/DE]; Ernst-Heinkel-Str. 6, D-71404 Korb (DE). PILGRAM, Guido [DE/DE]; Allensteiner Weg 5, D-71404 Korb (DE). HOFMANN, Thomas [DE/DE]; Schleiermacherstrasse 30, D-71229 Leonberg (DE). KRAATZ, Ullrich [DE/DE]; Reutlinger Strasse 38,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

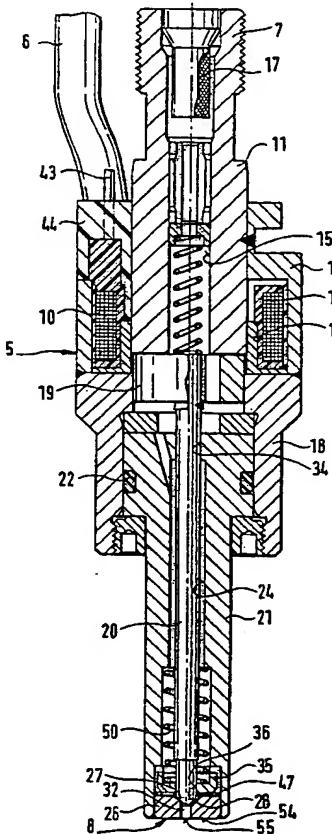
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 30 637.0 2. Juli 1999 (02.07.1999) DE  
199 51 014.8 22. Oktober 1999 (22.10.1999) DE

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: FUEL-INJECTION VALVE

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFEINSPIRZVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to a fuel-injection valve (5), in particular, a fuel-injection valve which projects directly into the combustion chamber of an internal combustion engine, comprising a fuel inlet (7), an excitable actuating element (10, 11, 19) which can displace a valve closing element (28), a fixed valve seat (27) which interacts with the valve closing member (28) to open and close the valve and comprising a fuel outlet which is configured in a valve end (8) that is located downstream. The fuel outlet is formed from at least one exit opening (32) which is located downstream of the valve seat (27). The valve-seat element (26) which has at least one exit opening (32) has a coating at least in the mouth area (55) of the exit opening (32) on its downstream face (54) which prevents coke deposits in this area.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil (5), insbesondere ein direkt in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine ragendes Brennstoffeinspritzventil, mit einem Brennstoffeinlass (7), mit einem erregbaren Betätigungsselement (10, 11, 19), durch das ein Ventilschliessglied (28) bewegbar ist, mit einem festen Ventilsitz (27), mit dem das Ventilschliessglied (28) zum Öffnen und Schliessen des Ventils zusammenwirkt, und mit einem in einem stromabwärtigen Ventilende (8) ausgebildeten Brennstoffauslass, wobei der Brennstoffauslass von wenigstens einer stromabwärts des Ventilsitzes (27) angeordneten Austrittsöffnung (32) gebildet ist. Das wenigstens eine Austrittsöffnung (32) aufweisende Ventilsitzelement (26) weist zumindest im Mündungsbereich (55) der Austrittsöffnung (32) an seiner stromabwärtigen Stirnfläche (54) eine Beschichtung auf, die Verkokungen in diesem Bereich verhindert.

D-71229 Leonberg (DE). DANTES, Guenter [DE/DE];  
Karlstrasse 20, D-71735 Eberdingen (DE). NOWAK,  
Detlef [DE/DE]; Kappishalde 16, D-74199 Untergruppenbach (DE). HEYSE, Joerg [DE/DE]; Elser-Ring 22,  
D-74354 Besigheim (DE). HACKENBERG, Juergen  
[DE/DE]; Zimmerer Pfad 99, D-74343 Sachsenheim (DE).

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, IN, JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("*Guidance Notes on Codes and Abbreviations*") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10       Brennstoffeinspritzventil

## Stand der Technik

15       Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil  
nach der Gattung des Hauptanspruchs.20       Bei motorischem Betrieb tritt allgemein bei der  
Direkteinspritzung eines Brennstoffs in den Brennraum einer  
Brennkraftmaschine, insbesondere bei der  
Benzindirekteinspritzung bzw. der Einspritzung von Diesel-  
Kraftstoff, das Problem auf, dass die in den Brennraum  
ragende stromabwärtige Spitze des Einspritzventils durch  
Brennstoffablagerungen verkocht bzw. sich in der Flammenfront  
gebildete Rußpartikel an der Ventilspitze anlagern. Bei  
25       bisher bekannten in den Brennraum ragenden Einspritzventilen  
besteht deshalb über ihre Lebensdauer die Gefahr einer  
negativen Beeinflussung der Sprayparameter (z.B. statische  
Strömungsmenge, Strahlwinkel, Tröpfchengröße, Strähnigkeit),  
die zu Laufstörungen der Brennkraftmaschine bzw. bis zu  
30       einem Ausfall des Einspritzventils führen kann.

## Vorteile der Erfindung

35       Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den  
kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den

Vorteil, dass diese vorgenannten negativen Effekte der Verkokung (Rußablagerung) an der in den Brennraum ragenden Ventilspitze eingeschränkt bzw. beseitigt sind. Durch das erfindungsgemäße Aufbringen von Beschichtungen am stromabwärtigen Ventilende, vor allen Dingen rund um die Mündungsbereiche der Austrittsöffnungen, werden die die Sprayparameter und die Ventilfunktion im allgemeinen negativ beeinflussende Verkokung bzw. Belagbildung (Ruß) am Ventilende reduziert bzw. unterbunden.

10 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

15 Von Vorteil ist es, am Ventilende Schichten aufzubringen, durch die entweder eine katalytische Umwandlung (Verbrennung) der Ablagerungen erfolgt oder die Oberflächenenergie und/oder die Oberflächenrauhigkeit des zu beschichtenden Bauteils herabgesetzt wird, wodurch eine Änderung des Benetzungsverhaltens erreicht wird, oder die Bildung einer Reaktionsschicht verhindert wird.

#### Zeichnung

25 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein in eine Aufnahmebohrung eines Zylinderkopfes eingesetztes  
30 Brennstoffeinspritzventil, Figur 2 ein Brennstoffeinspritzventil in einem Längsschnitt, Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß beschichteten Ventilendes, Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß beschichteten Ventilendes, Figur 5 einen alternativen Führungs- und  
35

5

Sitzbereich am abspritzseitigen Ventilende, Figur 6 einen Längsschnitt eines Brennstoffeinspritzventils für selbstzündende Brennkraftmaschinen und Figur 7 das brennraumseitige Endes des Brennstoffeinspritzventils gemäß Figur 6.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist ein Zylinderkopf 1 einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschine, in einem Ausschnitt geschnitten dargestellt. In dem Zylinderkopf 1 ist eine gestufte Aufnahmebohrung 2 ausgebildet, die sich bis zu einem Brennraum 3 symmetrisch entlang einer Längsachse 4 erstreckt. In die Aufnahmebohrung 2 des Zylinderkopfes 1 ist ein erfindungsgemäßes Brennstoffeinspritzventil 5 eingesetzt. Das Brennstoffeinspritzventil 5 dient dem direkten Einspritzen von Brennstoff, insbesondere Benzin, aber auch z.B. Diesel, wie anhand der Figuren 6 und 7 gezeigt wird, in den Brennraum 3 der Brennkraftmaschine. Betätigbar ist das Brennstoffeinspritzventil 5 vorzugsweise über ein elektrisches Verbindungsleitungskabel 6 elektromagnetisch. Der Brennstoff wird dem Brennstoffeinspritzventil 5 über einen Einlassstutzen 7 zugeführt. Bei dem Figur 1 dargestellten Brennstoffeinspritzventil 5 handelt es sich um ein sogenanntes Top-Feed-Einspritzventil, bei dem der Brennstoff vom Einlassstutzen 7 aus durch das gesamte Einspritzventil 5 in axialer Richtung geleitet wird, wobei er an dem dem zulaufseitigen Ende gegenüberliegenden abspritzseitigen Ende 8 in den Brennraum 3 abgespritzt wird.

Um das Brennstoffeinspritzventil 5 nahe des Brennraums 3 gegen eine Überhitzung zu schützen, ist das Einspritzventil 5 z.B. mit einer ebenfalls in der Aufnahmebohrung 2

eingebrachten Wärmeschutzhülse 9 wenigstens teilweise umgeben, auf die jedoch auch verzichtet werden kann.

In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 5 in einer Schnittdarstellung gezeigt. Dabei handelt es sich um ein elektromagnetisch betätigbares Ventil, das einen von einer Magnetspule 10 zumindest teilweise umgebenen, als Innenpol eines Magnetkreises dienenden, rohrförmigen, weitgehend hohlzylindrischen Kern 11 hat. Ein beispielsweise gestufter Spulenkörper 13 aus Kunststoff nimmt eine Bewicklung der Magnetspule 10 auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern 11 und einem nichtmagnetischen, von der Magnetspule 1 teilweise umgebenen Zwischenteil 14 einen besonders kompakten und kurzen Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule 1. Anstelle des elektromagnetischen Betätigungselements kann das Brennstoffeinspritzventil 5 auch piezoelektrisch oder magnetostriktiv betätigt werden.

In dem Kern 11 ist eine durchgängige Längsöffnung 15 vorgesehen, die sich entlang einer Ventillängsachse, die mit der Längsachse 4 der Aufnahmebohrung 2 zusammenfällt, erstreckt. Der Kern 11 des Magnetkreises dient auch als Einlassstutzen 7. Mit dem Kern 11 oberhalb der Magnetspule 1 fest verbunden ist ein äußeres metallenes (z. B. ferritisches) Gehäuseteil 16, das als Außenpol bzw. äußeres Leitelement den Magnetkreis schließt und die Magnetspule 1 zumindest in Umfangsrichtung vollständig umgibt. In der Längsöffnung 15 des Kerns 11 ist zulaufseitig ein Brennstofffilter 17 vorgesehen, der für die Herausfiltrierung solcher Brennstoffbestandteile sorgt, die aufgrund ihrer Größe im Einspritzventil Verstopfungen oder Beschädigungen verursachen könnten.

An das obere Gehäuseteil 16 schließt sich dicht und fest ein unteres rohrförmiges Gehäuseteil 18 an, das z. B. ein axial bewegliches Ventilteil bestehend aus einem Anker 19 und einer stangenförmigen Ventilnadel 20 bzw. einen langgestreckten Ventilsitzträger 21 umschließt bzw. aufnimmt. Die beiden Gehäuseteile 16 und 18 sind z. B. mit einer umlaufenden Schweißnaht fest miteinander verbunden. Die Abdichtung zwischen dem Gehäuseteil 18 und dem Ventilsitzträger 21 erfolgt z. B. mittels eines Dichtrings 22. Der Ventilsitzträger 21 besitzt über seine gesamte axiale Ausdehnung eine innere Durchgangsöffnung 24, die konzentrisch zu der Ventillängsachse verläuft.

Mit seinem unteren Ende, das auch zugleich den stromabwärtigen Abschluss des gesamten Brennstoffeinspritzventils 5 darstellt, umgibt der Ventilsitzträger 21 ein in der Durchgangsöffnung 24 eingepasstes scheibenförmiges Ventilsitzelement 26 mit einer sich stromabwärts kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitzfläche 27. In der Durchgangsöffnung 24 ist die Ventilnadel 20 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende einen Ventilschließabschnitt 28 aufweist. Dieser beispielsweise kugelig, teilweise kugelförmig bzw. sich keglig verjüngende Ventilschließabschnitt 28 wirkt in bekannter Weise mit der im Ventilsitzelement 26 vorgesehenen Ventilsitzfläche 27 zusammen. Stromabwärts der Ventilsitzfläche 27 ist im Ventilsitzelement 26 wenigstens eine Austrittsöffnung 32 für den Brennstoff eingebracht.

Zur Führung der Ventilnadel 20 während ihrer Axialbewegung mit dem Anker 19 entlang der Ventillängsachse dient

5 einerseits eine im Ventilsitzträger 21 am dem Anker 19 zugewandten Ende vorgesehene Führungsöffnung 34 und andererseits ein stromaufwärts des Ventilsitzelements 26 angeordnetes scheibenförmiges Führungselement 35 mit einer maßgenauen Führungsöffnung 36.

Der Hub der Ventilnadel 20 wird durch die Einbaulage des Ventilsitzelements 26 vorgegeben. Eine Endstellung der Ventilnadel 20 ist bei nicht erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ventilschließabschnitts 28 an der Ventilsitzfläche 27 des Ventilsitzelements 26 festgelegt, während sich die andere Endstellung der Ventilnadel 20 bei erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ankers 19 an der stromabwärtigen Stirnseite des Kerns 11 ergibt. Die 10 Oberflächen der Bauteile im letztgenannten Anschlagbereich sind beispielsweise verchromt.  
15

Die elektrische Kontaktierung der Magnetspule 1 und damit deren Erregung erfolgt über Kontaktelemente 43, die 20 außerhalb des Spulenkörpers 13 mit einer Kunststoffumspritzung 44 versehen sind. Die Kunststoffumspritzung 44 kann sich auch über weitere Bauteile (z. B. Gehäuseteile 16 und 18) des Brennstoffeinspritzventils 5 erstrecken. Aus der 25 Kunststoffumspritzung 44 heraus verläuft das elektrische Verbindungskabel 6, über das die Bestromung der Magnetspule 1 erfolgt.

Der im abspritzseitigen Ende des Ventilsitzträgers 21 in 30 dessen Durchgangsöffnung 24 vorgesehene Führungs- und Sitzbereich wird durch drei axial aufeinanderfolgende, scheibenförmige, funktionsgetrennte Elemente gebildet. In

stromabwärtiger Richtung folgen nacheinander das Führungselement 35, ein Drallelement 47 und das Ventilsitzelement 26. Eine die Ventilnadel 20 umhüllende Druckfeder 50 verspannt die drei Elemente 35, 47 und 26 im Ventilsitzträger 21. Das Drallelement 47 kann kostengünstig beispielsweise mittels Stanzen, Drahterodieren, Laserschneiden, Ätzen oder anderen bekannten Verfahren aus einem Blech oder durch galvanische Abscheidung hergestellt werden. In dem Drallelement 47 sind eine innere Drallkammer und eine Vielzahl von in die Drallkammer mündenden Drallkanälen vorgesehen. Auf diese Weise wird dem abzuspritzenden Brennstoff vor dem Ventilsitz 27 eine Drallkomponente aufgeprägt, so dass die Strömung drallbehaftet in die Austrittsöffnung 32 eintritt und ein feinverwirbeltes und gut zerstäubtes Spray in den Brennraum 3 abgegeben wird.

Bei motorischem Betrieb tritt allgemein bei der Direkteinspritzung eines Brennstoffs in den Brennraum einer Brennkraftmaschine das Problem auf, dass die in den Brennraum ragende stromabwärtige Spitze des Einspritzventils durch Brennstoffablagerungen verkohlt bzw. sich in der Flammenfront gebildete Rußpartikel an der Ventilspitze anlagern. Bei bisher bekannten in den Brennraum ragenden Einspritzventilen besteht deshalb über ihre Lebensdauer die Gefahr einer negativen Beeinflussung der Sprayparameter (z.B. statische Strömungsmenge, Strahlwinkel, Tröpfchengröße, Strähnigkeit), die zu Laufstörungen der Brennkraftmaschine bzw. bis zu einem Ausfall des Einspritzventils führen kann.

Erfindungsgemäß werden durch das Aufbringen von Beschichtungen am Ventilende 8 diese vorgenannten Probleme eingeschränkt bzw. beseitigt. Dabei werden mit verschiedenen Beschichtungen unterschiedliche Wirkungen an der Oberfläche

54 des zu beschichtenden Bauteils, beispielsweise an dem aus Cr-Stahl bestehenden Ventilsitzelement 26, erzielt, wobei jedoch letztlich alle Maßnahmen darauf abzielen, die die Sprayparameter und die Ventilfunktion im allgemeinen negativ beeinflussende Verkokung bzw. Belagbildung (Ruß) am Ventilende 8 zu reduzieren bzw. zu unterbinden. Im folgenden werden einzelne Beschichtungsmöglichkeiten näher beschrieben.

10 Eine erste Gruppe von Beschichtungen stellen die katalytisch wirkenden Schichten dar. Die elektrolytisch aufgebrachten Schichten sorgen für eine katalytische Umwandlung (Verbrennung) der abgelagerten Rußpartikel bzw. verhindern von vornherein die Ablagerung von Kohlenstoffteilchen.

15 Geeignete Materialien für eine solche Beschichtung zur Vermeidung von Verkokungen sind Kobalt- und Nickeloxide und Oxide von Legierungen der genannten Metalle. Katalytische Wirksamkeit zeigen auch die Edelmetalle Ru, Rh, Pd, Os, Ir und Pt bzw. Legierungen dieser Metalle untereinander oder mit anderen Metallen. Die gewünschten Schichten werden z.B. durch elektrochemische oder außenstromlose Metallabscheidung erzeugt. Im Falle von Ni, Co oder deren Legierungen kann auch die Oxidbildung an Luft oder ein zusätzlicher Oxidationsschritt (nasschemisch, Plasma) angewendet werden.

25 Eine zweite große Gruppe bilden die Beschichtungen, mit denen das Benetzungsverhalten an der entsprechenden Oberfläche 54 verändert wird. Dabei wird durch die Beschichtungen erreicht, dass die Oberflächenenergie und/oder die Oberflächenrauhigkeit der kritischen Bereiche am Ventilende 8 herabgesetzt wird. Die Grenzflächenenergie zwischen der Oberfläche 54 und dem Brennstoff wird dadurch erhöht, wodurch sich die Benetzung verschlechtert. Auf diese Weise können die Brennstofftröpfchen an den erfundungsgemäß beschichteten Bereichen abperlen und von der umgebenden

Strömung am Ventilende 8 mitgerissen werden. Eine permanente Benetzung des Ventilendes 8 findet nicht mehr statt. Als derartige Schichten bieten sich Keramikschichten, Kohlenstoffschichten, die metallhaltig oder metallfrei sein können, oder fluorhaltige Schichten an. Bei den fluorhaltigen Schichten handelt es sich z.B. um thermoresistente PTFE-ähnliche Schichten oder insbesondere um organische keramische Schichten bzw. sogenannte Ormocer®-Schichten aus Fluorsilikat (FAS). Solche fluorhaltigen Schichten werden beispielsweise durch Spritzen oder Tauchen aufgebracht. Denkbar sind auch Saphirschichten.

Ein dritte Gruppe bilden die Beschichtungen, mit denen eine Reaktionsschicht verhindert werden kann. Dazu zählen z.B. Nitritschichten (TiN, CrN) oder Oxidschichten (Tantaloxid, Titanoxid). Ähnlich dem Sputtern werden bei diesen Schichten in einem Vakuumofen abgedampfte Partikel an den zu beschichtenden Oberflächen 54 angelagert.

Am Ventilende 8 sind besonders die Bereiche zu beschichten, die unmittelbar die wenigstens eine Austrittsöffnung 32 in ihrem Mündungsbereich 55 unmittelbar umgeben. Eine Anlagerung von Rußpartikeln in der Austrittsöffnung 32 bzw. an deren unmittelbarer Begrenzungskante führt nämlich besonders zu der oben erwähnten nachteiligen Beeinflussung der Sprayparameter (z.B. statische Strömungsmenge, Strahlwinkel, Tröpfchengröße, Strähnigkeit). Eine Beschichtung sollte also auf jeden Fall am stromabwärtigen Ende (Mündungsbereich 55) jeder einzelnen Austrittsöffnung 32 vorgenommen werden, unabhängig davon, an welchem Bauteil des Brennstoffeinspritzventils 5 die Austrittsöffnungen 32 ausgebildet sind.

In den Figuren 3 und 4 sind zwei Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäß beschichteten Ventilenden 8 in

Unteransichten dargestellt, die sich dadurch unterscheiden,  
dass einmal die gesamte stromabwärtige Bauteiloberfläche 54  
des die Austrittsöffnung 32 aufweisenden Bauteils, hier des  
Ventilsitzelements 26, beschichtet ist (Figur 3) und im  
5 anderen Fall nur ein ringförmiger Teilbereich der  
stromabwärtigen Bauteiloberfläche 54 rund um die wenigstens  
eine Austrittsöffnung 32 beschichtet ist (Figur 4). Die  
punktierter Flächen sollen dabei die beschichteten Bereiche  
verdeutlichen. Die Mündungsbereiche 55 der  
10 Austrittsöffnungen 32 liegen in den Figuren 3 und 4 in der  
Zeichenebene. Es soll betont werden, dass die Beschichtungen  
auch in die Austrittsöffnung 32 geringfügig hineinreichen  
können.

15 In den dargestellten Ausführungsbeispielen ist jeweils das  
Ventilsitzelement 26 das Bauteil des  
Brennstoffeinspritzventils 5, das das stromabwärtige Ende 8  
bildet und die Austrittsöffnung 32 aufweist, so dass die  
Beschichtung an der stromabwärtigen Stirnfläche 54 des  
20 Ventilsitzelements 26 vorzunehmen ist. Das erfindungsgemäße  
Aufbringen einer Beschichtung ist jedoch nicht auf ein  
Ventilsitzelement beschränkt, vielmehr können auch andere  
Ventilbauteile, die das stromabwärtige Ventilende 5 bilden  
und somit in den Brennraum 3 ragen, eine derartige  
Beschichtung aufweisen. Auch für solche stromabwärts des  
25 Ventilsitzes 27 angeordneten Bauteile (siehe Abspritzkörper  
67 in Figur 5) gilt, dass zumindest die Bereiche unmittelbar  
an den Austrittsöffnungen 32 zu beschichten sind, so dass  
der eigentliche Abspritzbereich vor Verkokungen geschützt  
30 ist.

Figur 5 zeigt einen alternativen Führungs- und Sitzbereich  
am abspritzseitigen Ventilende 8, um zu verdeutlichen, dass  
die Aussagen zur erfindungsgemäßen Beschichtung auch auf  
35 konstruktiv abweichende Ventilausgestaltungen zutreffen. Bei

diesem Ausführungsbeispiel ist stromabwärts des Ventilsitzelements 26 ein weiterer scheibenförmiger Abspritzkörper 67 angeordnet. In diesem Fall weist der Abspritzkörper 67 die Austrittsöffnung 32 auf. Die Austrittsöffnung 32 ist schräg geneigt zur Ventillängsachse eingebbracht, wobei sie stromabwärtig in einem konkav ausgewölbten Abspritzbereich 66 endet. Der Abspritzkörper 67 und das Ventilsitzelement 26 sind z.B. über eine mittels Laserschweißen erzielte Schweißnaht 68 fest miteinander verbunden, wobei die Verschweifung in einer ringförmig umlaufenden Vertiefung 69 vorgenommen ist. Der Abspritzkörper 67 ist außerdem durch eine Schweißnaht 61 fest mit dem Ventilsitzträger 21 verbunden. Die Beschichtung erfolgt beispielsweise entweder über den gesamten gewölbten Abspritzbereich 66 oder unmittelbar ringförmig um den Mündungsbereich 55 der Austrittsöffnung 32 herum, so dass bezüglich der Ventillängsachse eine außermittige Beschichtung an einer gewölbten Oberfläche 54 vorliegt.

In Figur 6 ist ein Längsschnitt durch ein Brennstoffeinspritzventil für selbstdüsende Brennkraftmaschinen, insbesondere Diesel-Motoren, dargestellt, wobei nur der brennraumzugewandte Teil gezeigt ist. Eine Vergrößerung des brennraumseitigen Endes des in Figur 6 dargestellten Brennstoffeinspritzventils 5 ist in Figur 7 dargestellt. Ein als Ventilkörper 72 ausgebildetes Bauteil ist mit einer Spannmutter 75 gegen einen Ventilhaltekörper 73 verspannt. Im Ventilkörper 72 ist eine Bohrung 84 ausgebildet, in der die kolbenförmige, entgegen einer Schließkraft axial bewegliche Ventilnadel 20 angeordnet ist. Die Bohrung 84 ist als Sackbohrung ausgeführt, wobei das dem Brennraum 3 zugewandte, geschlossene Ende eine Ventilsitzfläche 27 bildet, die im wesentlichen kegelstumpfförmig ausgebildet ist. Durch eine Ausbuchtung des brennraumseitigen Endes der Ventilsitzfläche

27 ist ein Sackloch 92 ausgebildet, in dessen Wand wenigstens eine, das Sackloch 92 mit dem Brennraum 3 verbindende Austrittsöffnung 90 angeordnet ist.

5 Die Ventilnadel 20 unterteilt sich in einen im Durchmesser größeren, dem Brennraum 3 abgewandten Abschnitt, der in der Bohrung 84 geführt ist, und einen im Durchmesser kleineren Abschnitt, zwischen dem und der Wand der Bohrung 84 ein Druckraum 86 ausgebildet ist, der über einen im  
10 Ventilhaltekörper 73 und im Ventilkörper 72 ausgebildeten Zulaufkanal 80 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Durch die Stufung des Außendurchmessers der Ventilnadel 20 ist an dieser eine Druckschulter 82 ausgebildet, die innerhalb des Druckraums 86 angeordnet ist. Der  
15 Kraftstoffdruck im Druckraum 86 erzeugt eine Kraft auf die Druckschulter 82, deren in axialer Richtung wirkende Komponente der auf die Ventilnadel 20 wirkenden Schließkraft entgegengerichtet ist und so bei entsprechendem Kraftstoffdruck die Ventilnadel 20 gegen die Schließkraft  
20 bewegen kann.

Am brennraumseitigen Ende ist an der Ventilnadel 20 eine den Ventilschließabschnitt 28 bildende Ventildichtfläche 88 ausgebildet, die so mit der Ventilsitzfläche 27 zusammenwirkt, dass die wenigstens eine Austrittsöffnung 90 durch die Anlage der Ventildichtfläche 88 an der Ventilsitzfläche 27 gegen den Druckraum 86 abgedichtet wird. Durch die nach innen, vom Brennraum 3 weg gerichtete Öffnungshubbewegung hebt die Ventildichtfläche 88 von der Ventilsitzfläche 27 ab und verbindet den Druckraum 86 mit der Austrittsöffnung 90.

Die katalytisch wirksame Beschichtung erfolgt beispielsweise über die gesamte, dem Brennraum 3 zugewandte Stirnfläche des Ventilkörpers 72. Es kann auch vorgesehen sein, dass nur die  
35

- 13 -

gewölbte Außenfläche 96 der das Sackloch 92 begrenzenden  
Sacklochwand 93, in der die wenigstens eine Austrittsöffnung  
90 ausgebildet ist, mit einer Beschichtung versehen wird.  
Weiter kann es vorgesehen sein, dass sich die Beschichtung  
bis in die Austrittsöffnung 90 hinein fortsetzt.

5

5

## 10 Ansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (5), insbesondere direkt in einen Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine ragendes Brennstoffeinspritzventil (5), mit einem Brennstoffeinlass (7), mit einem bewegbaren Ventilschließglied (28), mit einem festen Ventilsitz (27), mit dem das Ventilschließglied (28) zum Öffnen und Schließen des Ventils zusammenwirkt, und mit einem in einem stromabwärtigen Ventilende (8) ausgebildeten Brennstoffauslass, wobei der Brennstoffauslass von wenigstens einer stromabwärts des Ventilsitzes (27) angeordneten Austrittsöffnung (32, 90) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das die wenigstens eine Austrittsöffnung (32, 90) aufweisende Bauteil (26, 67, 72) zumindest im Mündungsbereich (55) der Austrittsöffnung (32, 90) um diese herum eine Beschichtung aufweist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffeinspritzventil in den Brennraum (3) einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine ragt.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffeinspritzventil in den Brennraum (3) einer selbstzündenden Brennkraftmaschine ragt.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung ringförmig um die Austrittsöffnung (32, 90) der stromabwärtigen Oberfläche (54, 96) des Bauteils (26, 67, 72) vorgesehen ist.

5  
10 5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung ganzflächig an der stromabwärtigen Oberfläche (54, 96) des Bauteils (26, 67, 72) vorgesehen ist.

15 15 6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung auch zusätzlich zur Beschichtung der Oberfläche (54, 96) des Bauteils (26, 67, 72) noch in die Austrittsöffnung (32, 90) hineinreicht.

20 20 7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung in Form einer katalytisch wirksamen Schicht aus Co oder Ni oder Kobalt- oder Nickeloxiden oder Oxiden von Co- oder Ni-Legierungen oder Ru oder Rh oder Pd oder Os oder Ir oder Pt oder Legierungen dieser Metalle untereinander bzw. mit anderen Metallen vorgenommen ist.

25 25 8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht durch elektrochemische oder außenstromlose Metallabscheidung erzeugbar ist.

30 30 9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung als metallhaltige oder metallfreie Kohlenstoffschicht vorgenommen ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis  
6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung als  
fluorhaltige Schicht vorgenommen ist.

5 11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch  
gekennzeichnet, dass es sich bei der fluorhaltigen Schicht  
um eine Schicht aus Fluorsilikat (FAS) handelt.

10 12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis  
6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung als  
Nitritschicht (TiN, CrN) vorgenommen ist.

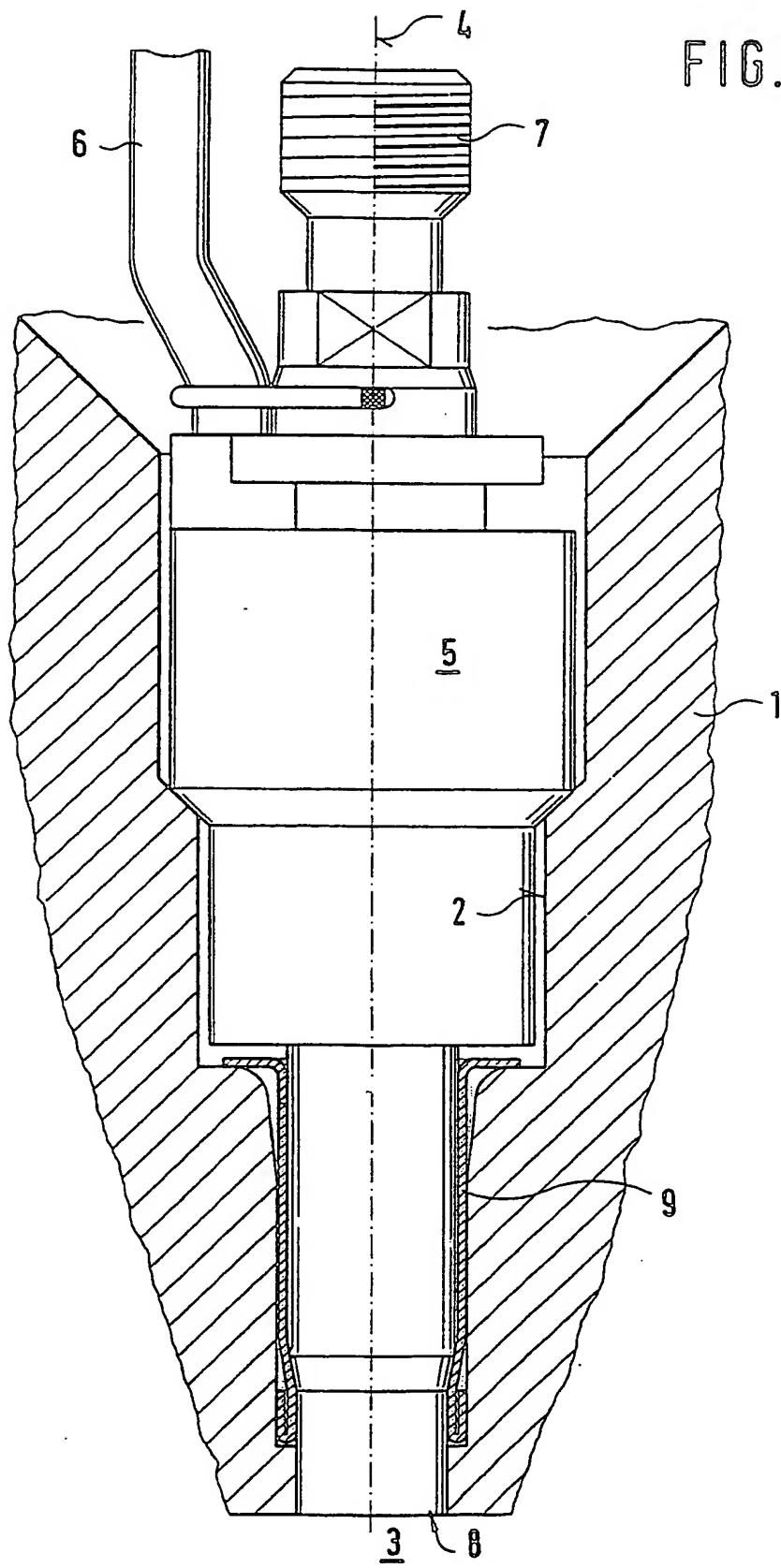
15 13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis  
6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung als  
Tantaloxidschicht oder Titanoxidschicht vorgenommen ist.

20 14. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das die wenigstens  
eine Austrittsöffnung (32, 90) aufweisende Bauteil ein auch  
den Ventilsitz (27) aufweisendes Ventilsitzelement (26, 72)  
ist.

25 15. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 14, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Ventilsitzelement (26) eine  
stromaufwärtige Stirnfläche hat, an der die Ventilsitzfläche  
(27) ausgebildet ist, und eine der stromaufwärtigen  
Stirnfläche gegenüberliegende stromabwärtige Stirnfläche  
(54) hat, an der die Beschichtung aufgebracht ist.

1/5

FIG. 1



**THIS PAGE BLANK (USPS)**

2 / 5

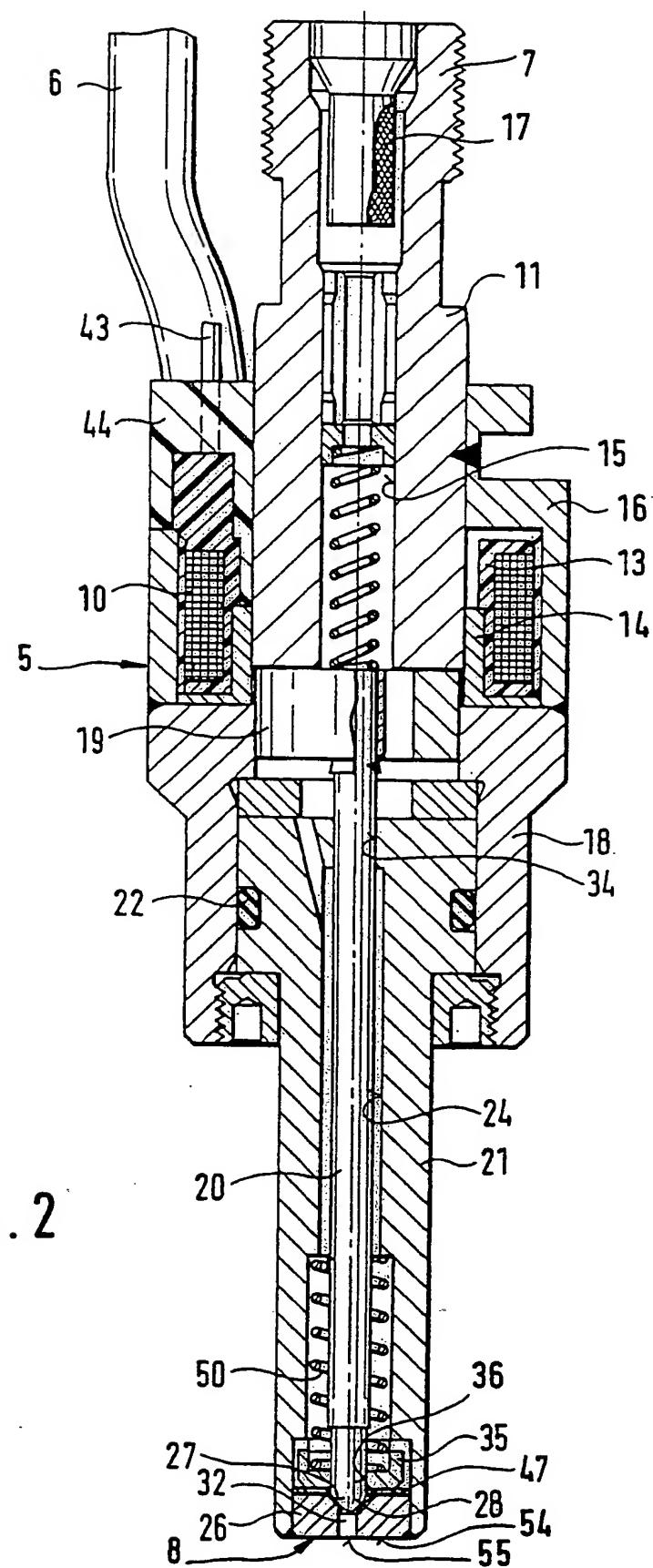


FIG. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3 / 5

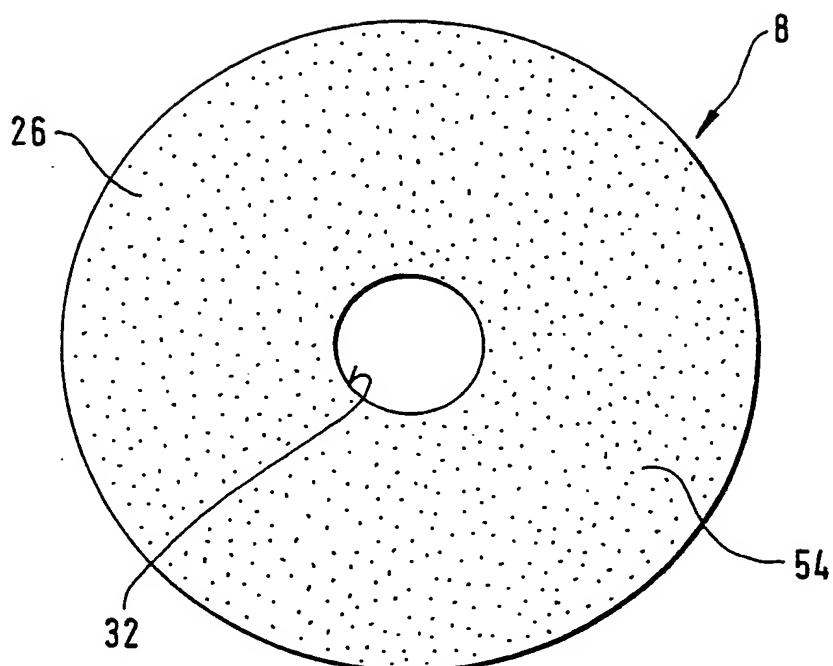


FIG. 3

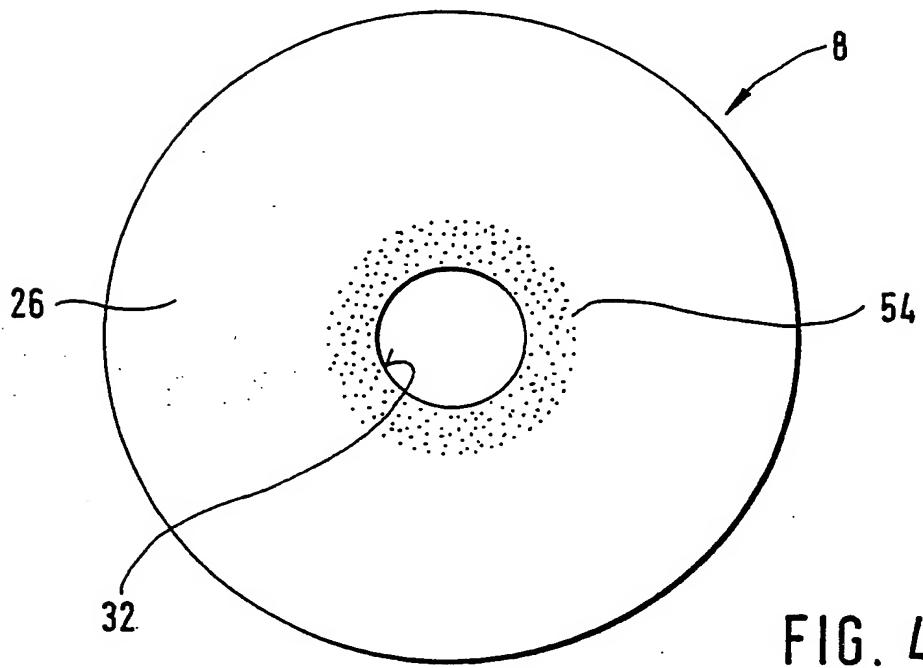
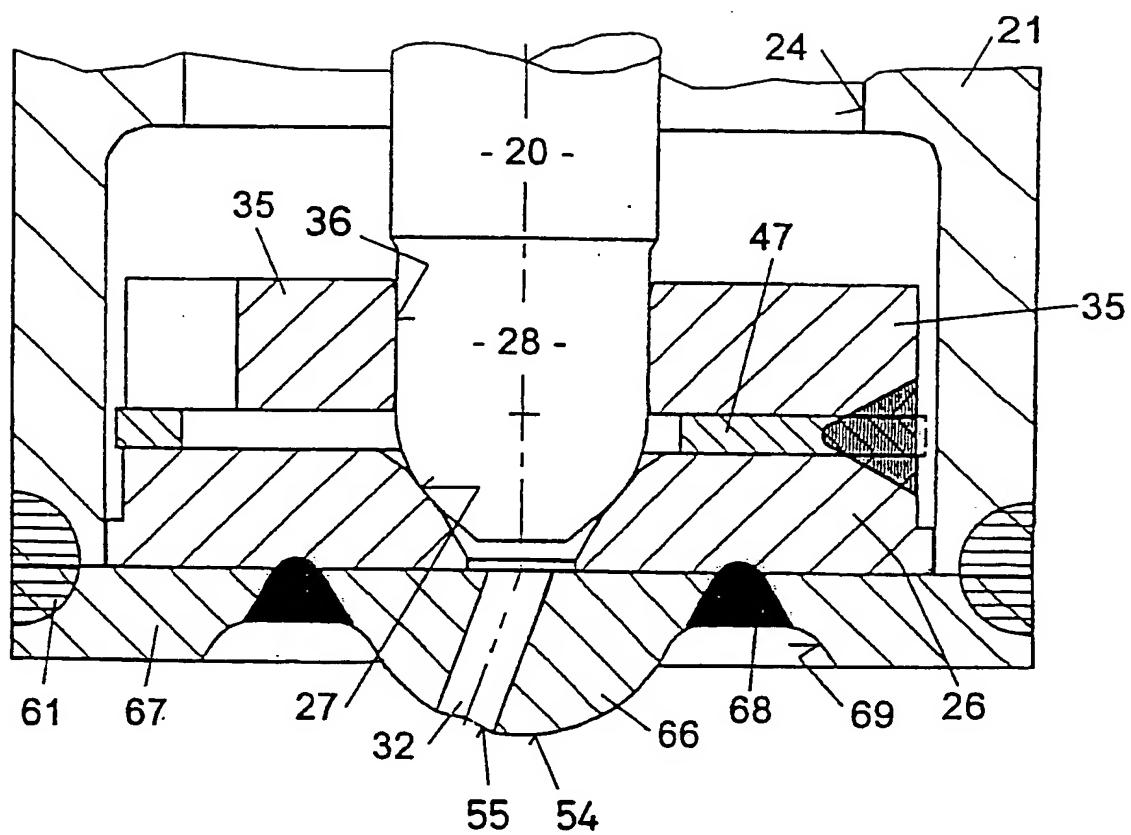


FIG. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4 / 5

FIG. 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/5

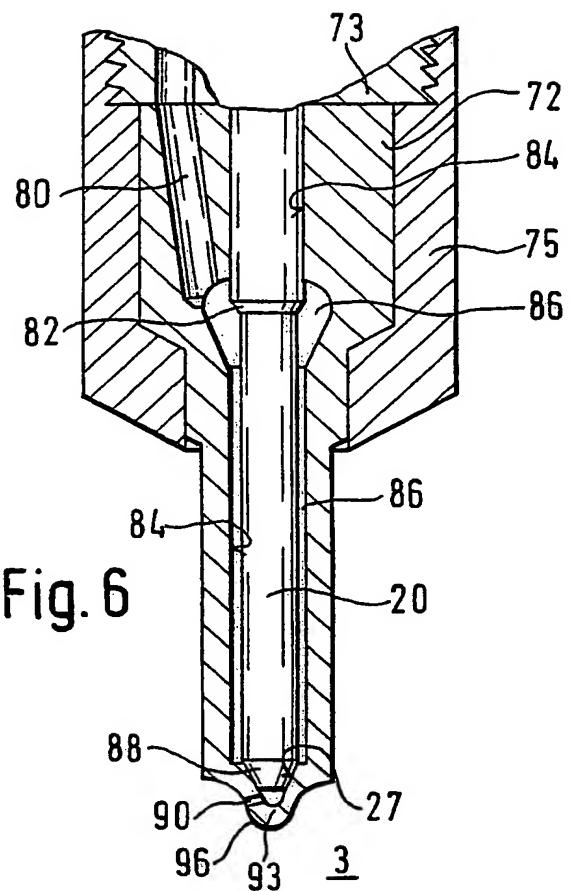


Fig. 6

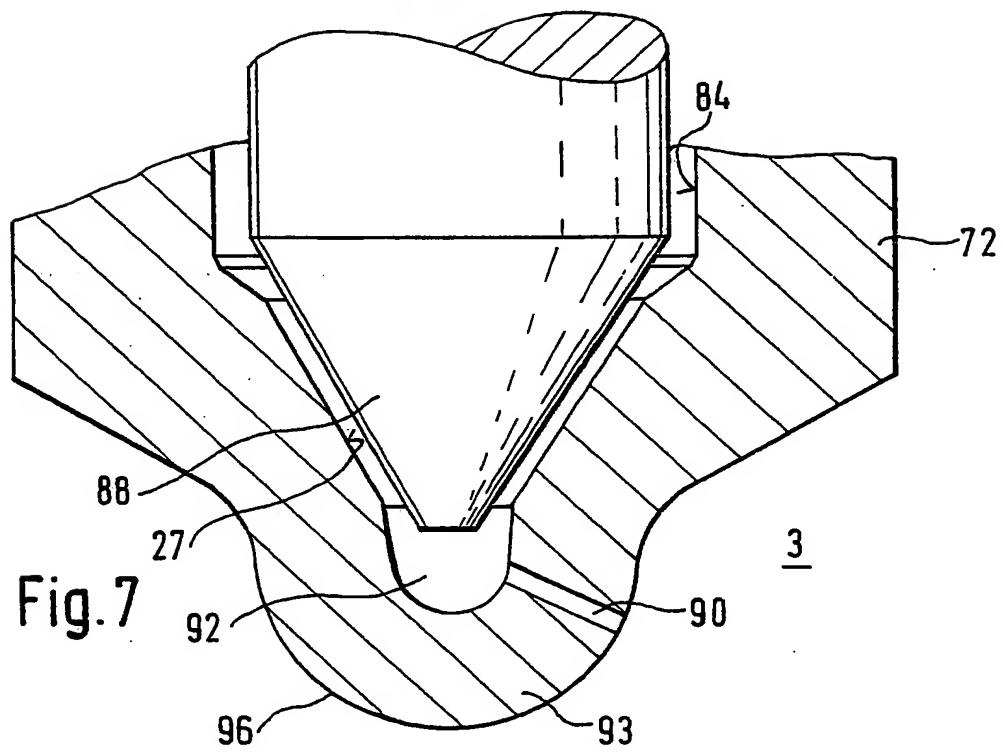


Fig. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

oral Application No

PCT/DE 00/02043

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M61/16 F02M61/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 766 239 A (SAGEM) 22 January 1999 (1999-01-22) page 3, line 5 -page 4, line 31 figure 1 ---	1-6, 14
X	DE 42 22 137 A (BOSCH GMBH ROBERT) 13 January 1994 (1994-01-13) column 1, line 62 -column 2, line 51 figure ---	1, 3, 4, 6-8, 14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 038 (M-358), 19 February 1985 (1985-02-19) & JP 59 180062 A (ISUZU JIDOSHA KK), 12 October 1984 (1984-10-12) abstract ---	1, 5, 6, 14, 15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 November 2000

Date of mailing of the international search report

13/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ingegneri, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte	l Application No
PCT/EP 00/02043	

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 772 432 A (MAGNETI MARELLI FRANCE) 18 June 1999 (1999-06-18) page 7, line 11 -page 8, line 22 figure 2 -----	1,2,4,6, 14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Final Application No

PCT/DE 00/02043

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication dat
FR 2766239	A 22-01-1999	NONE		
DE 4222137	A 13-01-1994	JP	6081750 A	22-03-1994
JP 59180062	A 12-10-1984	NONE		
FR 2772432	A 18-06-1999	BR	9813561 A	10-10-2000
		EP	1038101 A	27-09-2000
		WO	9931382 A	24-06-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

DE 00/02043

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M61/16 F02M61/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 766 239 A (SAGEM) 22. Januar 1999 (1999-01-22) Seite 3, Zeile 5 -Seite 4, Zeile 31 Abbildung 1 ---	1-6, 14
X	DE 42 22 137 A (BOSCH GMBH ROBERT) 13. Januar 1994 (1994-01-13) Spalte 1, Zeile 62 -Spalte 2, Zeile 51 Abbildung ---	1, 3, 4, 6-8, 14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 038 (M-358), 19. Februar 1985 (1985-02-19) & JP 59 180062 A (ISUZU JIDOSHA KK), 12. Oktober 1984 (1984-10-12) Zusammenfassung ---	1, 5, 6, 14, 15
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

6. November 2000

13/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ingegneri, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 772 432 A (MAGNETI MARELLI FRANCE) 18. Juni 1999 (1999-06-18) Seite 7, Zeile 11 -Seite 8, Zeile 22 Abbildung 2 -----	1,2,4,6, 14

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

		Internationales Aktenzeichen PCT/DE 00/02043	
Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2766239 A	22-01-1999	KEINE	
DE 4222137 A	13-01-1994	JP 6081750 A	22-03-1994
JP 59180062 A	12-10-1984	KEINE	
FR 2772432 A	18-06-1999	BR 9813561 A EP 1038101 A WO 9931382 A	10-10-2000 27-09-2000 24-06-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**